

# Стресс-эхокардиография с модифицированной изометрической нагрузкой в диагностике ишемической болезни сердца

Кузнецов В.А., Криночкин Д.В., Захарова Е.Х.,  
Ярославская Е.И., Плюснин А.В., Пушкарев Г.С., Горбатенко Е.А.

Филиал ФГБНУ "Научно-исследовательский институт кардиологии" НИИ кардиологии  
"Тюменский кардиологический центр", Тюмень, Россия

## Stress Echocardiography with Emotional Component in Diagnostics of Ischemic Heart Disease

Kuznetsov V.A., Krinochkin D.V., Zacharova E.X.,  
Yaroslavskaya E.I., Plusnin A.V., Pushkarev G.S., Gorbatenko E.A.

Tyumen Cardiology Centre, Branch of RI Cardiology, Tyumen, Russia

Применение стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) имеет большое практическое значение в ранней диагностике и определении степени риска у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). Традиционная методика дозированной изометрической стресс-ЭхоКГ (с кистевым динамометром) не используется широко у больных ИБС из-за низкой чувствительности в выявлении коронарных стенозов. Нами модифицирована проба путем выполнения максимальной изометрической нагрузки (сжатие кольцевых эспандеров с максимальным усилием в течение 3 мин) в сочетании с эмоциональным компонентом (постоянное словесное подбадривание пациента врачом) и проведена оценка ее диагностического значения в распознавании ИБС.

**Цель исследования:** сравнить ценность традиционной методики стресс-ЭхоКГ с изометрической нагрузкой и предложенной нами комбинированной изометрической пробы с максимальной изометрической нагрузкой в сочетании с эмоциональным компонентом в диагностике ИБС.

**Материал и методы.** Обследовано 138 мужчин (средний возраст  $54,8 \pm 0,8$  года), направленных для проведения стресс-ЭхоКГ. У 108 пациентов (1-я группа) была проведена комбинированная стресс-ЭхоКГ с максимальной изометрической нагрузкой в сочетании с эмоциональным компонентом, 2-ю группу составили 30 пациентов, у которых стресс-ЭхоКГ проводилась с традиционной изометрической нагрузкой. Диагноз ИБС был верифицирован с помощью коронароангиографии, которая была проведена всем пациентам после выполнения нагрузочной пробы.

**Результаты.** Пробы были выполнены у всех пациентов, осложнений не было. В выявлении ИБС чувствительность стресс-ЭхоКГ с традиционной изометрической нагрузкой составила 62,5%, а специфичность – 64,3%, в то время как в группе пациентов с использованием

комбинированной изометрической пробы чувствительность составила 87,5%, а специфичность – 94,4%.

**Закключение.** Предложенная комбинированная проба с максимальной изометрической нагрузкой в сочетании с эмоциональным компонентом показала ее высокую диагностическую ценность для диагностики ишемии, что делает возможным ее применение в клинической практике.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, эхокардиография, стресс-эхокардиография, изометрическая нагрузка, эмоциональная проба.

\*\*\*

Stress echocardiography has an important role in clinical practice for the early diagnosis and risk evaluation in patients with coronary artery disease (CAD). Conventional isometric stress echocardiography with hand-held dynamometer is not routinely used in patients with CAD because of a low sensitivity in diagnosis of coronary artery stenosis. In the study there was modified stress test using maximal isometric exercise (maximal isometric dominant hand grip force of expander during 3 minutes) combined with emotional component (the investigator inspired patient to maximal effort during the stress) and assessed its diagnostic value for detection of CAD.

**Purpose.** To compare the diagnostic value of traditional method of isometric stress echocardiography and proposed combined maximal isometric handgrip and emotional stress echocardiography (MIHESE) in the diagnosis of CAD.

**Materials and methods.** 138 men scheduled for stress echocardiography (mean age  $54.8 \pm 0.8$  years) were examined. 108 patients underwent combined MIHESE, while 30 patients of group II had conventional isometric stress echocardiography. The diagnosis of CAD was verified with coronary angiography performed in all patients after stress test.

**Results.** Echocardiography test was performed in all patients and no complications were detected. For detection



of CAD conventional isometric stress echocardiography demonstrated sensitivity 62.5% and specificity 64.3% compared to sensitivity 87.5% and specificity 94.4% in the group of combined MIHSE.

**Conclusion.** The proposed combined method of maximal isometric handgrip and emotional stress echocardiography showed a high diagnostic value in detection of ischemia and may be used as a novel approach for detection of CAD in clinical practice.

**Key words:** coronary artery disease, echocardiography, stress echocardiography, isometric exercise, emotional stress test.

\*\*\*

## Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает главное место среди кардиологических заболеваний, обуславливая значительные потери общества как в чисто медицинском, так и в экономическом аспекте [1, 2]. Смертность от болезней системы кровообращения в Российской Федерации составляет около 56% в общей структуре смертности, из них около половины приходится на смертность от ИБС [2]. Раннее выявление ишемии, а также обнаружение ее у больных с бессимптомным, скрытым течением ИБС может принести больному ощутимую пользу [3, 4].

Стандартом в диагностике ИБС является ангиография венечных артерий [5], однако первым этапом должны быть оценка вероятности наличия у пациента ИБС по данным анамнеза и проведение неинвазивных методов исследований [6, 7]. Стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ) являет-

ся высокоспецифичным неинвазивным методом верификации ИБС [8, 9]. Для проведения стресс-ЭхоКГ используются практически все известные виды дозированных нагрузок, применяющихся в современной кардиологии [9, 10]. Основные недостатки метода стресс-ЭхоКГ с фармакологическими пробами связаны с возникновением ряда осложнений во время исследования, высокой стоимостью процедуры, необходимостью наличия специальной эхолаборатории и значительной длительностью процедуры [11–13]. Стресс-ЭхоКГ с динамической нагрузкой (велозиметрия, тредмил-тест) противопоказана у пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей, склонностью к обморочным состояниям, в возрасте старше 60 лет [7, 12]. Поиск новых нагрузочных стресс-тестов в диагностике ИБС остается актуальной задачей.

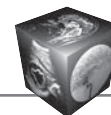
Известен способ диагностики ИБС методом стресс-ЭхоКГ с использованием дозированной изометрической нагрузки [8, 14, 15]. Однако данный метод имеет ряд недостатков [14]. Традиционная методика обеспечивает относительно низкий прирост частоты сердечных сокращений (ЧСС) и систолического артериального давления (САД) и не позволяет диагностировать нарушения коронарного кровотока у части больных [14, 15]. Все это обуславливает низкую чувствительность методики, которая составляет около 40–45% [14, 15]. Невысокий показатель чувствительности снижает

**Для корреспонденции:** Кузнецов Вадим Анатольевич – 625026 Тюмень, ул. Мельникайте, 111. Тел: 8-3452-20-76-08; факс 8-3452-20-53-49. E-mail: kuznets@tmn.ru

**Кузнецов Вадим Анатольевич** – доктор мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Криночкин Дмитрий Владиславович** – канд. мед. наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики, старший научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Захарова Елена Хакимовна** – врач отделения ультразвуковой диагностики филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Ярославская Елена Ильинична** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, врач отделения ультразвуковой диагностики филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Пушкарев Георгий Сергеевич** – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Плюснин Аркадий Владиславович** – врач отделения ультразвуковой диагностики филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”; **Горбатенко Елена Александровна** – лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования филиала НИИ кардиологии “Тюменский кардиологический центр”.

**Contact:** Kuznetsov Vadim Anatolevich – 111, Melnikaite str., Tyumen, Russia, 625026. Phone: +7-3452-20-76-08; fax: +7-3452-20-53-49. E-mail: kuznets@cardio.tmn.ru

**Kuznetsov Vadim Anatolevich** – dokt. of med. sci., professor of Cardiology, Honoured Scientist of the Russian Federation, Director of Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Krinochkin Dmitry Vladislavovich** – cand. of med. sci., Head of Ultrasound Diagnostics Department, Senior Scientific Researcher of Laboratory of Instrumental Diagnostic of Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Zakharova Elena Hakimovna** – specialist of Ultrasound Diagnostics Department, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Yaroslavskaya Elena Ilyinichna** – cand. of med. sci., Senior Scientific Researcher of Laboratory of Instrumental Diagnostic of Scientific Department of Instrumental Research Methods, Specialist of Ultrasound Diagnostics Department, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Pushkarev Georgiy Sergeevich** – cand. of med. sci., Scientific Researcher of Laboratory of Instrumental Diagnostic of Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Plusnin Arkadiy Vladislavovich** – specialist of Ultrasound Diagnostics Department, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology; **Gorbatenko Elena Aleksandrovna** – research assistant of Laboratory of Instrumental Diagnostic of Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Center, Branch of Institute of Cardiology.



диагностическую ценность данной методики и делает эту пробу малоприменимой в клинической практике.

Психоэмоциональные пробы, в частности ментальная проба, не получили широкого распространения в клинической практике. Проведенные немногочисленные исследования с использованием ментальных проб, как правило, включали небольшое количество пациентов с ИБС [13, 16, 17].

С целью повышения точности и информативности изометрической пробы для диагностики ИБС мы предложили использовать комбинированную изометрическую пробу путем выполнения максимального ручного сжатия эспандеров с эмоциональным подбадриванием пациента для обеспечения максимальной нагрузки.

### Цель исследования

Сравнить диагностическую ценность предложенной нами комбинированной изометрической пробы с максимальной изометрической нагрузкой в сочетании с эмоциональным компонентом и традиционной стресс-ЭхоКГ с дозированной изометрической пробой в диагностике ИБС.

### Материал и методы

Обследовано 138 мужчин (средний возраст  $54,8 \pm 0,8$  года) с вероятной или типичной стенокардией напряжения, направленных кардиологом для проведения стресс-ЭхоКГ с целью верификации ишемии миокарда. Всем пациентам была проведена стандартная ЭхоКГ, измерены САД и диастолическое артериальное давление (ДАД), ЧСС и записана 12-канальная электрокардиограмма (ЭКГ). В исследование вошли пациенты с синусовым ритмом без нарушений локальной сократимости в покое по данным стандартной трансторакальной ЭхоКГ. За 3 дня до исследования пациентам отменяли все лекарственные препараты, за исключением нитроглицерина при приступах стенокардии.

У 30 пациентов 2-й группы (средний возраст  $55,1 \pm 0,8$  года) стресс-ЭхоКГ с изометрической нагрузкой проводилась по традиционной методике при сжатии динамометра двумя руками в течение 5 мин с силой, равной 50% от максимальной [14]. У 108 пациентов 1-й группы (средний возраст  $54,2 \pm 0,8$  года) выполнялась комбинированная проба с использованием недозированной изометрической нагрузки с помощью двух кольцевых эспандеров, которые пациент с максимальным усилием сжимал в каждой руке. Эмоциональный компонент изометрической пробы обеспечивался постоянным словесным подбадриванием пациента врачом, стимулируя его на выполнение нагрузки

(сжатие кольцевых эспандеров) с максимальной силой в течение 3 мин. Стресс-ЭхоКГ выполняли на ультразвуковом аппарате IE 33 (Philips, США) фазированным датчиком 2–4 МГц. На фоне нагрузки в обеих группах повторно записывалась ЭКГ, измерялись САД, ДАД и ЧСС. Ход УЗИ записывали в виде клипов на жесткий диск аппарата [18].

Визуальный анализ региональной сократимости левого желудочка (ЛЖ) выполнялся двумя независимыми операторами, не имеющими информации о диагнозе пациента (в “слепом” режиме). Региональную сократимость ЛЖ оценивали из апикального доступа в проекции четырех- и двухкамерного сечения сердца, используя 16-сегментарную модель. Проба расценивалась положительной и прекращалась при выявлении нарушения локальной сократимости не менее чем в двух сегментах ЛЖ [6, 10].

В течение 3 дней после проведения стресс-ЭхоКГ с изометрической пробой всем пациентам была проведена коронароангиография (КАГ). При выявлении стеноза  $\geq 75\%$  просвета одной и более эпикардальной коронарной артерии выставлялся диагноз ИБС.

В 1-й группе у 72 пациентов была выявлена ИБС (средний возраст  $54,1 \pm 1,2$  года) и 36 пациентов (средний возраст  $51,0 \pm 1,4$  года) были без ИБС. Среди пациентов 2-й группы у 17 (средний возраст  $55,1 \pm 1,2$  года) была выявлена ИБС и у 13 (средний возраст  $51,4 \pm 1,2$  года) ишемии миокарда не было.

Статистический анализ проводился с помощью пакета прикладных программ SPSS. Показатели представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – средняя арифметическая величина,  $m$  – стандартная ошибка средней арифметической. Для сравнения величин при их нормальном распределении использовали  $t$ -критерий Стьюдента, при ненормальном – критерий Манна–Уитни. Для сравнения диагностической эффективности комбинированной изометрической пробы в сочетании с эмоциональным компонентом и традиционной дозированной изометрической пробы использовался ROC-анализ.

Для оценки информативности предложенной нами модифицированной пробы с изометрической нагрузкой в комбинации с эмоциональным компонентом и стресс-ЭхоКГ с дозированной изометрической нагрузкой применялась четырехпольная таблица сопряженности с расчетом показателей информативности диагностического теста: чувствительность, специфичность, отрицательная предсказывающая ценность, положительная предсказывающая ценность и предсказывающая точность [19]. За достоверность различий изучаемых параметров принимали уровень  $p < 0,05$ .



**Таблица 1.** Сравнение диагностических характеристик стресс-ЭхоКГ с дозированной изометрической нагрузкой и стресс-ЭхоКГ с комбинированной изометрической и эмоциональной нагрузкой со стресс-ЭхоКГ с добутамином

Показатель	Ч	С	ОПЦ	ППЦ	ПТ
Комбинированная изометрическая проба с эмоциональной нагрузкой, %	87,5	94,4	79,1	96,9	89,8
Стандартная изометрическая проба, %	62,5	64,3	60,0	67,7	63,3

*Примечание.* Ч – чувствительность пробы, С – специфичность пробы, ОПЦ – отрицательная предсказывающая ценность, ППЦ – положительная предсказывающая ценность, ПТ – предсказывающая точность.

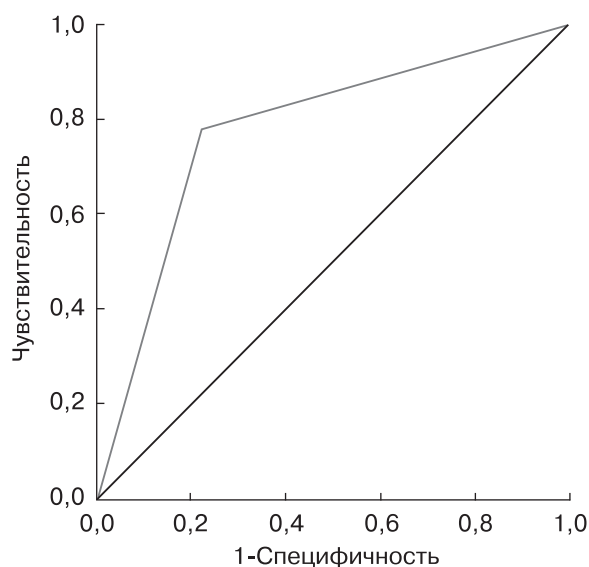
## Результаты и их обсуждение

Стресс-ЭхоКГ с традиционной изометрической нагрузкой и комбинированная изометрическая проба в сочетании с эмоциональным компонентом были выполнены у всех пациентов без осложнений. Нарушения локальной сократимости миокарда ЛЖ появлялись во время сжатия эспандеров и быстро исчезали при прекращении пробы.

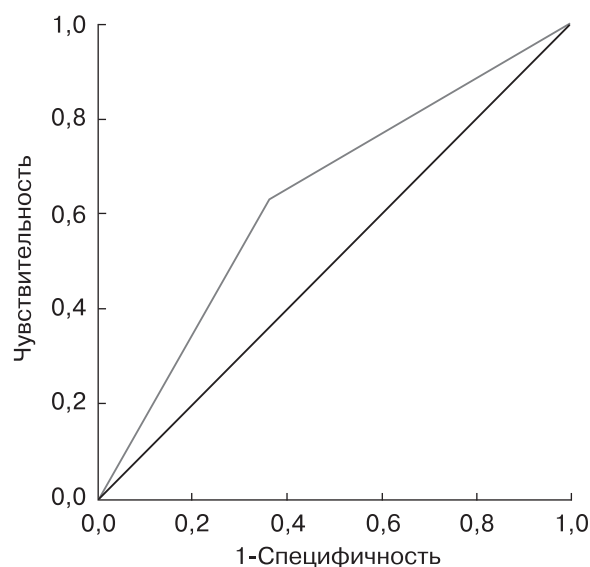
Во время проведения стресс-ЭхоКГ с использованием комбинированной изометрической нагрузки в сочетании с эмоциональным компонентом у 87,5% обследованных с диагностированной ИБС были выявлены нарушения локальной сократимости миокарда ЛЖ. В группе пациентов, где использовалась традиционная проба с дозированной изометрической нагрузкой для выявления ишемии, лишь у 66,7% пациентов с положительной пробой диагноз ИБС был подтвержден по данным КАГ. Чувствительность и специфичность традиционной изометрической пробы и комбинированной изометрической пробы представлена в табл. 1. ROC-анализ показал высокую чувстви-

тельность и специфичность комбинированной изометрической нагрузки в диагностике ИБС в отличие от традиционной пробы с дозированной изометрической нагрузкой. Площадь под кривой, равная 0,78, демонстрирует хорошую диагностическую ценность комбинированной изометрической пробы в отличие от площади, равной 0,63 при выполнении традиционной стресс-ЭхоКГ с изометрической нагрузкой (рис. 1, 2).

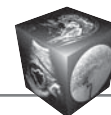
Клинико-демографическая характеристика обследованных больных представлена в табл. 2. Из данных табл. 2 видно, что сравниваемые группы по наличию и степени артериальной гипертензии, наличию стенокардии напряжения и недостаточности кровообращения достоверно не отличались. Исходно мы не выявили достоверных межгрупповых отличий по уровню САД, ДАД и ЧСС. Данные о динамике САД, ДАД и ЧСС представлены в табл. 3, 4. В группе пациентов с ИБС, где использовалась стресс-ЭхоКГ с комбинированной изометрической нагрузкой, мы выявили достоверное увеличение ЧСС, САД и ДАД на нагрузку,



**Рис. 1.** Кривая ROC-анализа стресс-ЭхоКГ с комбинированной изометрической и эмоциональной нагрузкой в выявлении ИБС (чувствительность 87,5%, специфичность 94,4%, площадь под кривой 0,78, интервал 0,68–0,87,  $p < 0,0001$ ).



**Рис. 2.** Кривая ROC-анализа стресс-ЭхоКГ с дозированной изометрической нагрузкой в выявлении ИБС (чувствительность 62,5%, специфичность 64,3%, площадь под кривой 0,63, интервал 0,43–0,84,  $p$  – НД).



**Таблица 2.** Сравнительная характеристика клинико-демографических показателей пациентов с дозированной изометрической нагрузкой и комбинированной изометрической и эмоциональной нагрузкой

Показатель	Пациенты 1-й группы (n = 108)	Пациенты 2-й группы (n = 30)	p
Возраст, годы	54 ± 0,7	55 ± 1,3	нд
Курение, %	42 (38,9%)	14 (46,7%)	нд
Алкоголь, %	28 (25,9%)	8 (26,6%)	нд
Ожирение, %	58 (53,7%)	13 (13,3%)	нд
Стенокардия:			
нет	32 (29,7%)	11 (36,7%)	нд
напряжения:			
ФК I	14 (13,9%)	2 (8,1 %)	нд
ФК II	41 (40,6%)	11 (44%)	нд
ФК III	21 (20,8%)	6 (20%)	нд
прогрессирующая	1 (0,9%)	0 (0%)	нд
Стадия ХСН (ОССН):			
нет	15 (14,6%)	4 (13,3%)	нд
I	73 (70,9%)	21 (70,0%)	нд
IIA	20 (18,5%)	5 (16,7%)	нд
Недостаточность кровообращения (НУНА):			
нет	13 (12,1%)	2 (6,7%)	нд
ФК I	52 (50,5%)	15 (50%)	нд
ФК II	41 (40%)	13 (43,3%)	нд
ФК III	2 (1,9%)	0 (0%)	нд
Артериальная гипертония:			
нет	12 (11,1%)	3 (10,0%)	нд
I степени	20 (19,8%)	3 (11,5%)	нд
II степени	76 (75,2%)	23 (88,5%)	нд
III степени	0 (0%)	1 (4%)	нд

Примечание. ФК – функциональный класс, нд – статистически незначимые различия, (p > 0,05).

**Таблица 3.** Динамика показателей ЧСС, САД и ДАД у пациентов на фоне стресс-ЭхоКГ с комбинированной изометрической и эмоциональной нагрузкой

Группа пациентов	Параметры	В покое	На фоне пробы	p
Без ИБС	ЧСС, уд/мин	65 ± 2,9	95 ± 2,4	0,0001
	САД, мм рт.ст.	132 ± 2,4	134 ± 1,8	нд
	ДАД, мм рт.ст.	79 ± 1,0	80 ± 1,0	нд
С ИБС	ЧСС, уд/мин	66 ± 1,3	90 ± 1,1	0,0001
	САД, мм рт.ст.	144 ± 2,9	150 ± 1,7	0,001
	ДАД, мм рт.ст.	85 ± 2,3	90 ± 1,1	0,01

Примечание. нд – различия недостоверны (p > 0,05).

**Таблица 4.** Динамика показателей ЧСС, САД и ДАД у пациентов на фоне стресс-ЭхоКГ с дозированной изометрической нагрузкой

Группа пациентов	Параметры	В покое	На фоне пробы	p
Без ИБС	ЧСС, уд/мин	63 ± 2,9	72 ± 2,4	0,001
	САД, мм рт.ст.	126 ± 2,4	130 ± 1,8	нд
	ДАД, мм рт.ст.	85 ± 1,0	88 ± 1,0	нд
С ИБС	ЧСС, уд/мин	58 ± 1,3	63 ± 1,1	0,01
	САД, мм рт.ст.	130 ± 2,9	132 ± 1,7	нд
	ДАД, мм рт.ст.	88 ± 2,3	90 ± 1,1	нд

Примечание. нд – различия недостоверны (p > 0,05).





в то время как у пациентов без ишемии на пике пробы отмечался прирост только ЧСС. При анализе параметров ЧСС, САД и ДАД у пациентов, которым выполнялась стресс-ЭхоКГ с традиционной изометрической пробой, нами не было выявлено достоверного увеличения САД и ДАД на нагрузку как у пациентов с ишемией, так и у пациентов без ИБС.

По мнению многих исследователей, стресс-ЭхоКГ является одним из лучших неинвазивных методов диагностики ИБС [6, 8, 9].

Широко применяется стресс-ЭхоКГ с традиционной изометрической нагрузкой [9, 15]. Интерпретация результатов пробы основывается на изменениях локального утолщения и/или уменьшению амплитуды движения стенки в систолу в ответ на дозированную изометрическую нагрузку, позволяя тем самым не только выявить преходящую ишемию миокарда, но и оценить локализацию и распространенность поражений коронарного русла [15]. Стресс-ЭхоКГ с использованием традиционной изометрической нагрузки не нашла применения в широкой клинической практике, поскольку уровень создаваемой нагрузки при проведении пробы недостаточен для возникновения несоответствия коронарного кровотока потребностям миокарда в кислороде. Внешняя работа при этом типе пробы не совершается, а выполняемое усилие связано с поддержанием уровня достигнутого мышечного напряжения. В нашем исследовании мы получили низкие показатели чувствительности и специфичности дозированной изометрической пробы в диагностике ИБС (см. табл. 1).

Мы предложили использовать комбинированную изометрическую пробу путем сочетания двух компонентов: максимальное сжатие эспандеров и эмоциональное подбадривание пациента. В такой модификации на пациента воздействуют два рода нагрузки – физическая и психоэмоциональная. Во время психоэмоциональной нагрузки происходит дополнительное возрастание ЧСС и АД вследствие усиления секреции катехоламинов, повышение сосудистой резистентности с вазоконстрикцией коронарных сосудов, нарушением микроциркуляции в миокарде, что ведет к значительному повышению потребности миокарда в кислороде и позволяет увеличить чувствительность предложенной нами методики в распознавании ИБС [17].

Эмоциональные пробы с визуальной оценкой локальной сократимости миокарда ЛЖ не нашли широкого применения в клинической практике. А.В. Шабалин и соавт. показали, что психоэмоциональная проба “математический счет” и ручная дозированная изометрическая нагрузка могут ис-

пользоваться для выявления гемодинамических нарушений у пациентов с артериальной гипертензией (АГ), что позволяет использовать данные пробы для выявления стресс-зависимости у больных АГ [20]. А. Rozanski и соавт. показали, что в ответ на эмоциональную нагрузку происходило незначительное увеличение САД и ЧСС в группе пациентов с ИБС [21]. В работе D. Jain и соавт. выявлено, что во время выполнения эмоциональной нагрузки происходило увеличение системного периферического сопротивления сосудов у пациентов с ИБС и снижение его в группе контроля [22]. J.A. Arrighi и соавт., используя позитронно-эмиссионную томографию, показали, что во время эмоциональной нагрузки происходило увеличение миокардиального кровотока у пациентов со значимым коронарным стенозом в отличие от пациентов без ИБС [23]. Авторами было показано, что стресс-индуцированная ишемия при выполнении ментальных проб отличается от ишемии, индуцированной нагрузочными пробами, и связана с увеличением системной сосудистой резистентности, вазоконстрикцией коронарных сосудов и нарушением микроциркуляции в миокарде [17, 24]. Таким образом, эмоциональный компонент предложенной нами модифицированной пробы позволяет не только создавать и поддерживать максимальную изометрическую нагрузку во время сжатия эспандеров, но и запускает множественные дополнительные механизмы в развитии ишемии путем активации симпатoadреналовой системы.

Предложенная нами комбинированная проба с изометрической нагрузкой в сочетании с эмоциональным компонентом показала ее высокую диагностическую ценность для диагностики ишемии. Метод доступен, безопасен, быстр в применении и экономически выгоден в применении для диагностики ИБС в амбулаторных условиях.

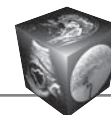
## Выводы

1. Стресс-ЭхоКГ с комбинированной изометрической пробой в сочетании с эмоциональным компонентом имеет более высокую диагностическую ценность для диагностики ИБС по сравнению с традиционной дозированной изометрической пробой.

2. Различная реакция показателей АД в ответ на нагрузку во время проведения предложенной нами модифицированной стресс-ЭхоКГ пробы может служить дополнительным критерием для верификации ИБС.

## Список литературы

1. Шальнова С.А., Деев А.Д., Оганов Р.Г. Факторы, влияющие на смертность от сердечно-сосудистых заболе-



- ваний в российской популяции. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005; 4 (1): 4–8.
2. Оганов Р.Г., Шальнова С.А., Калинина А.М. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: руководство М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 216 с.
  3. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике; Под ред. В.В. Митькова. В 5 томах. Т. 5. М.: Видар, 1998. 360 с.
  4. Coronary artery disease: diagnostic and prognostic models for reducing patient risk. J. Cardiovasc. Nurs. 2006. 21(6, Suppl. 1): S2–S16.
  5. The European Society of Cardiology (ESC) guidelines for percutaneous coronary interventions (PCI). Herz. 2006; 31 (9): 848 p.
  6. Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. 2-е изд. М.: Практика, 2005. 344 с.
  7. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 328 с.
  8. Кузнецов В.А., Антонов О.С., Анмут Т.П. и др. Сравнительная оценка нагрузочных и эхокардиографических проб в диагностике недостаточности коронарного кровообращения. Терапевтический архив. 1988; 9: 99–102.
  9. Корнеев Н.В., Давыдова Т.В., Функциональные нагрузочные пробы в кардиологии. М.: Медика, 2010. 128 с.
  10. Galiuto L., Badana L., Fox K. et al. The EAE Textbook of Echocardiography. New York: Oxford University Press Inc., 2011. 477 p.
  11. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary. A Report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation; 1997; 96: 345–354.
  12. Sicari R., Nihoyannopoulos P., Evangelista A. et al. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement – Executive Summary: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). Eur. Heart J. 2009; 30 (3): 278–289.
  13. Ramadan R., Sheps D., Esteves F. et al. Myocardial ischemia during mental stress: role of coronary artery disease burden and vasomotion. J. Am. Heart Assoc. 2013; 2(5): e000321.
  14. Mitamura H., Ogawa S., Hori S. et al. Two dimensional echocardiographic analysis of wall motion abnormalities during handgrip exercise in patients with coronary artery disease. Am. J. Cardiol. 1981; 48 (4): 711–719.
  15. Loimaala A., Groundstroem K., Pasanen M. et al. Comparison of bicycle, heavy isometric, dipyridamole-atropine and dobutamine stress echocardiography for diagnosis of myocardial ischemia. Am. J. Cardiol. 1999; 84 (12): 1396–1400.
  16. Peter C.A., Jones R.H. Effects of isometric handgrip and dynamic exercise on left-ventricular function. J. Nucl. Med. 1980; 21 (12): 1131–1138.
  17. Strike P.C., Steptoe A. Systematic review of mental stress-induced myocardial ischaemia. Eur. Heart J. 2003; 24: 690–703.
  18. Кузнецов В.А., Криночкин Д.В., Пушкарев Г.С. и др. Способ диагностики ИБС методом стресс-эхокардиографии с комбинированной изометрической и психоэмоциональной нагрузкой. Патент на изобретение N 2525510 от 20.06.2014.
  19. Медик В.А., Токмачев М.С. Математическая статистика в медицине. М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
  20. Шабалин А.В. Информативность психоэмоциональной нагрузочной пробы “математический счет” и ручной дозированной изометрической нагрузки в диагностике стресс-зависимости у больных эссенциальной артериальной гипертензии. Артериальная гипертензия. 2003; 3: 98–101.
  21. Rozanski A., Bairey C.N., Karantz D.S. et al. Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. N. Eng. J. Med. 1988; 318: 1005–1011.
  22. Jain D., Shaker S.M., Burg W. et al. Effects of mental stress on left-ventricular and peripheral vascular performance in patients with coronary artery disease. J. Am. Coll. Cardiol. 1998; 31: 1314–1322.
  23. Arrighi J.A., Burg M., Cahen I.S., et al. Myocardial blood-flow response during mental stress in patients with coronary artery disease. Lancet. 2000; 356: 310–311.
  24. Yelung A.C., Vecshtein V.I., Krantz D.S. et al. The effect of Atherosclerosis on the vasomotor response of coronary arteries to mental stress. N. Eng. J. Med. 1991; 325: 1551–1556.

## References

1. Shalnova S.A., Deev A.D., Oganov R.G. Factors affecting mortality from cardiovascular diseases in the Russian population. Cardiovascular Therapy and Prevention, 2005; 4 (1): 4–8. (In Russian)
2. Oganov R.G., Shalnova S.A., Kalinina A.M. Prevention of cardiovascular diseases: guidance. M: GEOTAR-Media, 2009. 216 p. (In Russian)
3. Clinical guide on ultrasound diagnostics. Ed by V.V. Mitkov. In 5 vol. Vol. 5. M.: Vidar, 1998. 360 p. (In Russian)
4. Coronary artery disease: diagnostic and prognostic models for reducing patient risk. J. Cardiovasc. Nurs. 2006. 21(6, Suppl. 1): S2–S16.
5. The European Society of Cardiology (ESC) guidelines for percutaneous coronary interventions (PCI). Herz. 2006; 31 (9): 848 p.
6. Schiller N., Osipov M.A. Clinical echocardiography. 2-nd ed. M.: Practice, 2005. 344 p. (In Russian)
7. Aronov D.M., Lupanov V.P. Functional Tests in Cardiology. M.: MEDpress-inform, 2007. 328 p. (In Russian)
8. Kuznetsov V.A., Antonov O.S., Anmut T.P. et al. Comparative assessment of stress echocardiographic tests in the diagnosis of insufficiency of the coronary circulation. Terapevticheskiy Arkhiv. 1988; 9: 99–102. (In Russian)
9. Korneev N.V., Davydova T.V. Functional stress tests in cardiology. M.: MEDICA, 2010. 128 p. (In Russian)
10. Galiuto L., Badana L., Fox K. et al. The EAE Textbook of Echocardiography. New York: Oxford University Press Inc., 2011. 477 p.
11. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary. A Report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation; 1997; 96: 345–354.
12. Sicari R., Nihoyannopoulos P., Evangelista A. et al. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement – Executive Summary: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). Eur. Heart J. 2009; 30 (3): 278–289.
13. Ramadan R., Sheps D., Esteves F. et al. Myocardial ischemia during mental stress: role of coronary artery disease burden and vasomotion. J. Am. Heart Assoc. 2013; 2(5): e000321.



14. Mitamura H., Ogawa S., Hori S. et al. Two dimensional echocardiographic analysis of wall motion abnormalities during handgrip exercise in patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 1981; 48 (4): 711–719.
15. Loimaala A., Groundstroem K., Pasanen M. et al. Comparison of bicycle, heavy isometric, dipyridamole-atropine and dobutamine stress echocardiography for diagnosis of myocardial ischemia. *Am. J. Cardiol.* 1999; 84 (12): 1396–1400.
16. Peter C.A., Jones R.H. Effects of isometric handgrip and dynamic exercise on left-ventricular function. *J. Nucl. Med.* 1980; 21 (12): 1131–1138.
17. Strike P.C., Steptoe A. Systematic review of mental stress-induced myocardial ischaemia. *Eur. Heart J.* 2003; 24: 690–703.
18. Kuznetsov V.A., Krinochkin D.V., Pushkarev G.S. et al. Method of diagnosing ischemic heart disease by the method of stress echocardiography with combined isometric and psychoemotional stress. Patent of invention N2525510 registered on 20.06.2014. (In Russian)
19. Medik V.A., Tokmachev M.S. Mathematical statistics in medicine. M.: Finances and Statistics; 2007. 800 p. (In Russian)
20. Shabalin A.V. Psycho-emotional exercise test “mathematical score” and isometric hand-grip exercises in the diagnosis of stress dependence in patients with essential arterial hypertension. *Arterial hypertension.* 2003; 3: 98–101. (In Russian)
21. Rozanski A., Bairey C.N., Karantz D.S. et al. Mental stress and the induction of silent myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *N. Eng. J. Med.* 1988; 318: 1005–1011.
22. Jain D., Shaker S.M., Burg W. et al. Effects of mental stress on left-ventricular and peripheral vascular performance in patients with coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 31: 1314–1322.
23. Arrighi J.A., Burg M, Cahen I.S., et al. Myocardial blood-flow response during mental stress in patients with coronary artery disease. *Lancet.* 2000; 356: 310–311.
24. Yelung A.C., Vecshtein V.I., Krants D.S. et al. The effect of Atherosclerosis on the vasomotor response of coronary arteries to mental stress. *N. Eng. J. Med.* 1991; 325: 1551–1556.